

Method and apparatus for cleaning semiconductor devices.

Patent Number: ☐ EP0390134, A3, B1
Publication date: 1990-10-03
Inventor(s): ABE MASAHIRO C O INTELLECTUAL (JP); HIRATA OSAMU C O INTELLECTUAL (JP); MASE YASUKAZU C O INTELLECTUAL (JP)
Applicant(s): TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO (JP)
Requested Patent: ☐ JP2257632
Application Number: EP19900106002 19900329
Priority Number (s): JP19890079139 19890330
IPC Classification: H01L21/00; H01L21/306
EC Classification: H01L21/00S2D4W4
Equivalents: DE69028130D, DE69028130T, JP2653511B2, KR9408363, ☐ US5100476
Cited Documents: US4543130; US4686002; JP61105847; JP57178327; JP5919329

Abstract

An apparatus for cleaning semiconductor devices has a mixing section (16, 17, 18) for mixing a chemical solution with pure water. A semiconductor substrate (2) to be cleaned is placed on a support (4). An ultrasonic generator (9, 11, 12) applies ultrasonic vibrations to the supplied pure water. The mixing section 16, 17, 18) mixes a predetermined chemical solution with the pure water applied with the ultrasonic vibrations and supplies a desired pure water solution onto the semiconductor substrate (2).

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-257632

⑮ Int. Cl.⁵

H 01 L 21/304
B 08 B 3/12

識別記号

3 4 1 N
C

庁内整理番号

8831-5F
7817-3B

⑬ 公開 平成2年(1990)10月18日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑭ 発明の名称 半導体装置の洗浄方法及びその洗浄装置

⑯ 特 願 平1-79139

⑰ 出 願 平1(1989)3月30日

⑱ 発 明 者 間 瀬 康 一 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝多摩川工場内
⑱ 発 明 者 平 田 修 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝多摩川工場内
⑱ 発 明 者 安 部 正 泰 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝多摩川工場内
⑲ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
⑳ 代 理 人 弁 理 士 大 胡 典 夫

明 細 書

1. 発明の名称

半導体装置の洗浄方法及びその洗浄装置

2. 特許請求の範囲

(1) 支持台に配置する半導体基板に、薬液を混合した純水により超音波洗浄を施すことを特徴とする半導体基板の洗浄方法

(2) 支持台と、この支持台に固定する半導体基板と、この半導体基板に向合った流出路を設置するノズルと、この流出路に連通して形成する超音波振動室と、ここに配置する振動子と、超音波振動室に接続する純水用導管と、超音波振動室から導出する純水に添加する薬液混合純水用機構を具備することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の洗浄方法用洗浄装置

3. 発明の詳細な説明

(発明の目的)

(産業上の利用分野)

800KHzの超音波振動を純水に印加する超音波純水洗浄(以後メガソニック純水洗浄と記載する)に

本発明は係わり、特に、アルカリまたは酸系の薬液を添加した純水を利用する。

(従来の技術)

最近の半導体素子は、D-RAMに代表されるように集積度が向上しているために、配線間の間隔も段々に狭められて例えば0.5μmルール(Rule)などの言葉が聞かれるようになり、半導体素子の製造歩留りにゴミが影響する度合いが大きくなってきて、製造段階における異物即ちゴミの発生を極力押えるように努めている。このため、製造工程における洗浄工程にも種々の改良が行われている。

ところで、半導体基板の洗浄には、流純水による方式に加えてメガ・ソニック純水洗浄法も利用されており、その洗浄装置には、第4図に示すような回転自在な支持台51に固定した半導体基板52の枚葉を洗浄するいわゆるスピナータイプ(Spinner Type)も使用されており、流純水を放出するノズル53は、当然半導体基板52に対向して設置する。流純水が放出される半導体基板52の一面

付近には、能動または受動素子が形成されており、この洗浄時にも、この表面の反対側即ち裏面もジェット (Jet) 状純水により洗浄するいわゆるバックリンス (Back Rinse) 工程も併用する。

ノズル53に形成する純水を溜める振動室55には、タンタル製振動子54を配置すると共に連通した流出路56を設置し、ここからメガ・ソニック純水を回転する支持台51に固定した半導体基板52に注ぐ。このような洗浄装置の稼働に先立って半導体基板52は、アンローダ57に収納し、搬送路58を経て支持台51にセット (Set) 後、所定の洗浄工程を終えてから再び搬送路59によりアンローダ60に送られる。

ところで、半導体基板52を固定する支持台51は、1～3000rpmの範囲の回転数で回転させ、更に、振動室55に流入した純水に対してタンタル製振動子54の稼働により800KHz～2MHzの範囲から選定した所定の超音波振動を与える。得られたメガ・ソニック純水は、0.5～2ℓ/分の流速で5～60秒間流出路56から放出して洗浄を行う。

の効率上昇が得られる。

(2) キャビテーションの発生がないので、半導体基板に対するダメージ (Damage) がないなど基本的な長所を備えている。

更に、バッチ (Batch) 方式に比べて、特別な搬送手段が必要でなく、カセット、ツウカセット (Cathet to Cathet) 方式がインライン (In Line) 化できるし、短時間の処理が可能になり純水/半導体基板枚数当りの量が少ないなどの利点がある。

しかし、ALまたはAL合金製配線、酸化珪素やP (Plasma)-SiNなどの絶縁膜をレジストを利用してRIE (Reactive Ion Etching) 処理、CDE [Chemical Dry Etching マグネترون管を利用するプラズマ発生位置から離れた場所に移したラジカル (Radical) によりエッチングする方法] 処理後、酸素プラズマ法によりレジストを剥離した時発生するレジスト残渣及び重金属残渣は、メガ・ソニック純水洗浄で除去できない。

このため、これらの残渣の除去には、コリンなどのアルカリ性処理液または弗酸、硫酸などの酸

メガ・ソニック純水の放出を終えてから、支持台51を3000～5000rpmで回転してスピン乾燥を行って洗浄工程が終了する。

このような洗浄工程と別に、薬液によるいわゆるディップ (Dip) 方式による表面処理を半導体基板に実施してゴミなどの異物を除去する手法も知られており、薬液としては、過酸化水素、親水性表面活性剤、弗酸、硫酸などの酸系処理液更に強塩基性処理液であるコリンなど更にまたこれらの混合処理液が利用されている。

(発明が解決しようとする課題)

スピナー型のメガ・ソニック純水洗浄装置では、上記のように800KHz～2MHzの範囲の極めて振動波長の短い領域が利用されているので、

(1) 微細な粒子 (Particle) まで効率的に除去可能である。例えば、電力100W-回転数 50rpm-流速 1ℓ/分-時間 30秒のメガ・ソニック純水洗浄条件によるCVD (Chemical Vapour Deposition) 粒子の平均除去率90%は、流速 4ℓ/分、時間15分における一般流水水洗の平均除去率65%の約 1.4倍

系処理液による後処理がメガ・ソニック純水洗浄に必要とされている。

しかし、この後処理はディップ (Dip) 方式であるために、ディップ溶液表面に表面張力により浮遊する粒子が被洗浄半導体基板に再付着する難点がある。

本発明はこのような事情により成されたもので、特に、メガ・ソニック洗浄で除去できなかった重金属残渣や酸素プラズマによるレジスト剥離後のレジスト残渣除去を一括に施すことができる洗浄方法及びその洗浄装置を提供することを目的とする。

(発明の構成)

(課題を解決するための手段)

(1) 支持台に配置する半導体基板に、薬液を混合した純水により超音波洗浄を施すことを特徴とする半導体基板の洗浄方法

(2) 支持台と、この支持台に固定する半導体基板と、この半導体基板に向合った流出路を設置するノズルと、この流出路に連通して形成する超音

波振動室と、ここに配置する振動子と、超音波振動室に接続する純水用導管と、超音波振動室から導出する純水に添加する薬液混合純水用機構を備える洗浄装置に本発明の特徴がある。

(作用)

AL、AL-Si、AL-Si-Cuなどの配線層やP-SiNなどをRIE法により処理して発生する重合膜残渣、または、CDE法によりシリコン半導体基板をレジストを利用して食刻してから酸素プラズマでこのレジストを剥離してできる残渣が、薬液を混合したメガ・ソニック純水洗浄により除去できるとの事実を基に本発明は完成されたものであり、浮遊した状態とした重金属やレジスト残渣を流出させる方式を採っている。

これにより第3図に示すように半導体基板表面は極めて清浄になり、粒子の除去率が純水で平均90%が95~98%に向上し、更にALまたはAL合金配線後におけるレジスト残渣も粒子除去と同時に除去されることを走査電子顕微鏡(SEM Scanning Electron Microscope)観察により確認した。

(実施例)

第1図及び第2図を参照して本発明に係わる実施例を説明する。即ち、アンローダ1に収納された被洗浄半導体基板2は、例えばフロッグレッグ(Frog Leg)と呼ばれる搬送系3により回転可能な支持台4に運ばれて固定し、後述するメガ・ソニック純水洗浄工程を終えてから再びフロッグレッグからなる搬送系5により搬送してアンローダ6に収納する。

図面では、アンローダ1、6内の半導体基板2と支持台4上のその寸法は便宜上違って書いたもので、実際には、当然同一のものであることを付記する。

ところで、支持台4に被洗浄半導体基板2を取付けるには、図示していないが機械的な特殊構造によっている。即ち、支持台4の6箇所には、半分に割れしかも上から見てほぼ円形の爪が配置されており、支持台4の回転と共にこの中の3箇所の爪半分が回転して被洗浄半導体基板2を強固に固定する仕組みである。

このように、残渣除去工程が不要となり設備維持経費が大幅に削減できる。

この方式を達成する洗浄装置としては、回転自在な支持台に被洗浄半導体基板を配置し、これに対向して設置するノズルには、純水を溜める超音波振動室と、超音波振動板を設置する。更に、超音波振動室には流出路を形成し、ここから放出するメガ・ソニック純水に対して薬液を混合した純水溶液を一体に混ぜ合わせる薬液混合純水用機構を付設する。

ノズルには、対薬品性に富んだ材料が選定され、例えばコリンを使用する際には、フッ素樹脂系材料により達成する。

適用する薬品としては、弗酸、硫酸などの酸系処理液と塩基性処理液としてコリンが適用でき、しかも、上記残渣を溶解するのでなく半導体基板から遊離させれば良い。従って、コリン濃度は、容積濃度(以後Vol%と記載する)で1Vol%以下であれば十分であり、場合によっては0.1Vol%でも差支えない。

第1図と第2図における支持台4の周りには、囲い7を配置して洗浄工程により流出する純水の飛散を防止しかつ、それを外部に流す役割を果たしており、図示していないが、ジェット状純水によって被洗浄半導体基板2の裏面にバックリンス処理を実施する。

ノズル8は、耐アルカリ性、耐酸性のフッ素樹脂系材料で構成し、メガ・ソニック純水を溜めかつ超音波振動を起こす超音波振動室9と、ここに連通する流出路10を設置する。

この超音波振動室9には、電源11に電気的に接続したタンタル製振動子12を配置し、更に、メガ・ソニック用純水は、純水用流量制御系13、バルブ(Bulb)14及び導管15を経て超音波振動室9に供給される。超音波振動室9では、タンタル製振動子12の稼働により800KHz~2MHzの領域の振動を発生させてメガ・ソニック用純水が得られる。

この外にメガ・ソニック純水と同様に薬液流量制御系17、バルブ18を介して薬液供給用導管16を設置するが、これは、振子19などの機械的手段

(第2図参照)によりノズル8に固定し、その先端を流水路10外で両液を混合する。しかし、第1図のようにノズル8内に直接薬液供給用導管16を形成する場合がある。

このいずれの薬液の混入も、純水に上記領域の超音波振動を付与後に実施することにより、タンタル製振動子12がアルカリ性、弗酸系、過酸化水素系など処理液により侵食されるのを防ぐ。即ち、強アルカリや弗酸系処理液によりタンタル製振動子12のタンタル及び含有不純物が数十～数百PPM溶出して、メガ・ソニック用純水への混入及び半導体基板2への汚染を防止するためである。

このように薬液をメガ・ソニック用純水に混入する具体的手段は、第1図に示す装置が固定式流出路10によっており、第2図の装置では、薬液供給用導管16を流出路10の外側に設置した可動式方式を採っている点に特徴があり、この薬液の混合比率については、各々に設置した流量制御系13、17により調整し、コリンを利用する場合には、上記のように1Vol%以下とする。なお、弗酸や硫

酸などの酸性処理液を利用する場合もコリンと同様な濃度とする。

また、純水を満たした超音波振動室9におけるタンタル製振動子12の状況にもよるが、洗浄用メガ・ソニック純水の流速は、約2ℓ/分が適当であり、洗浄時間としては、被洗浄対象物例えば重金属か、レジストなどにもよるが最大で1分、最少で10秒程度である。

ところで、被洗浄用半導体基板2表面付近には、能動または受動素子が形成されており、この各素子に電気的に接続したAL、AL-SiまたはAL-Si-Cuなどからなる配線層をデポ(Deposition)後ポジ形フォトリジストを利用するRIE法によりパターニング(Patterning)する方法によって形成している。

次に、超音波振動室9などを設置したノズル8の運動機構については、第1図及び第2図に記載されていないが、二つの方式が採用できる。即ち、薬液を混入した純水で超音波洗浄を施す回転支持台4に固定した半導体基板2は、その片側の半径方向だけに移動可能な機構(例えばオビニオンギ

ヤーを図示していないノズル8の固定部に設ける)をノズル8に設置している。このため、支持台4を回転させることにより半導体基板2の被洗浄全面に超音波洗浄が実施できるように配慮して、特定方向の運動しか行わないノズル8の動作をカバー(Cover)している。

これに対して、X-Y方向に駆動可能な機構にノズル8を設置させて洗浄する方法もある。これでは、一方の方向例えばX方向に半導体基板2をずらしながら、他方の方向例えばY方向に移動させることによって薬液を混入した純水で超音波洗浄を行う方式が採用できる。この場合は、当然支持台4に回転機構を設置しなくても良い。

ところで、なるべく製造プロセスに合せるように、シリコン半導体基板に形成したALまたはAL合金製配線層パターンをポジ形フォトリジストを利用するRIE法により形成後、Si残渣を処理して酸素プラズマ法でポジ形フォトリジスト層を剥離してALまたはAL合金製配線層に生じるこのフォトリジスト残渣の洗浄効果を調査した。

また、1.0MHz-100V-1ℓ/分の条件で超音波振動を純水に与えて得られるメガ・ソニック用純水に、0.5Vol%の濃度のコリンを混合して処理液を調整した。更に、シリコン半導体基板2を固定する支持台4は、50rpmで回転し、上記コリン含有処理液を2ℓ/分の流速で約30秒間洗浄した。その後、50rpmで回転した状態で、別のノズルから放出した超音波振動を与えない純水による洗浄を1分間実施し、更に、5000rpmの回転によるスピン乾燥を施した。

その結果、第3図に明らかなように3処理手段中流水処理だけの場合が最も粒子が多く、次に従来方法によるメガ・ソニック純水洗浄、最も粒子が少ないのが本発明で、その有用性は明らかである。なお、図中粒子が最も多いのは、洗浄前の半導体ウエーハを示している。具体的には、粒子の除去率として純水だけの場合が平均で90%なのに対して0.5Vol%の薬液添加による本発明方法と装置による場合に95～98%に向上した。更に、レジスト残渣の除去状況をSEMにより観察したところ

重金属粒子と一緒に除去されていることを確認した。なお、ノズル形状は、実施例に示したものの外に、純水に超音波振動を付与後酸性処理液またはアルカリ性処理液を混合できる構造なら良いことは言うまでもない。除去する残渣には、Al配線形成後のレジスト残渣と重金属残渣を示したが、多結晶半導体層(例えばポリシリコン)パターン形成後のレジスト残渣、酸化珪素などの絶縁膜加工後のレジスト残渣、更にレジスト以外のポリマー系あるいは重金属など純水超音波洗浄だけでは除去できない残渣も洗浄対象となり得る。

また、処理液としては、アルカリ系としてコリン以外の苛性ソーダ、P-SiOエッチバック処理後の残渣に有効な非酸系、ポリシリコンパターニング後のポジレジスト残渣に有効な硫酸系などのように、洗浄除去の対象となる残渣に対して有効なものであれば良く、濃度や洗浄条件もほぼ完全に除去できるなら上記実施例の条件にとらわれるものでない。

〔発明の効果〕

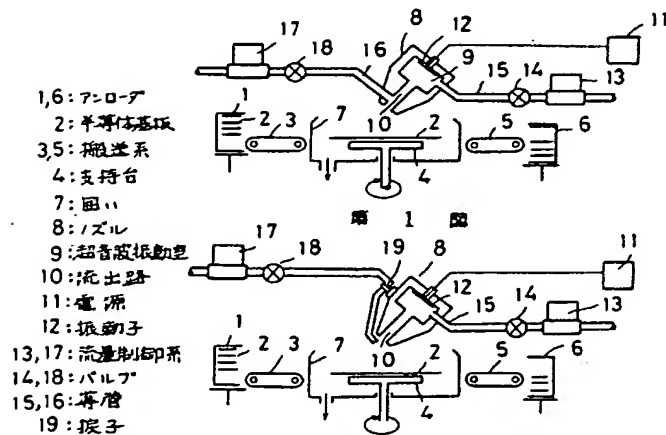
このように、本発明に係わる洗浄方法およびその洗浄装置によると、Al配線層などに被着する重金属及びレジスト残渣が除去できるので、従来必要であったレジスト残渣除去工程が省略できるので、工程短縮によるコスト削減および設備の不要に伴う設備維持コストが削減可能になった。

4. 図面の簡単な説明

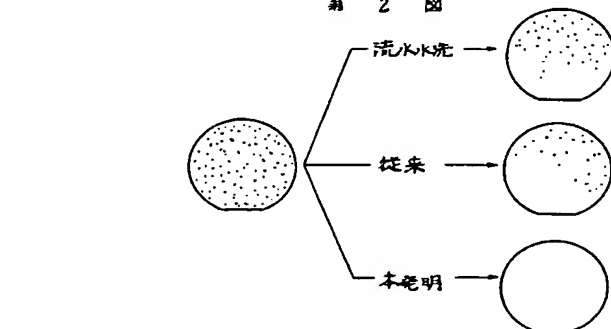
第1図及び第2図は、本発明方法を実施するのに利用する洗浄装置の要部を示す断面図、第3図は、その効果を表した図、第4図は、従来の洗浄装置の要部断面図である。

- | | | |
|-------------|---------------|-----------|
| 1, 6: アンローダ | 2: 半導体基板 | 3, 5: 搬送系 |
| 4: 支持台 | 7: 図い | 8: ノズル |
| 9: 超音波振動室 | 10: 流出口 | 11: 電源 |
| 12: 振動子 | 13, 17: 流量制御系 | |
| 14, 18: バルブ | 15, 16: 導管 | 19: 振子 |

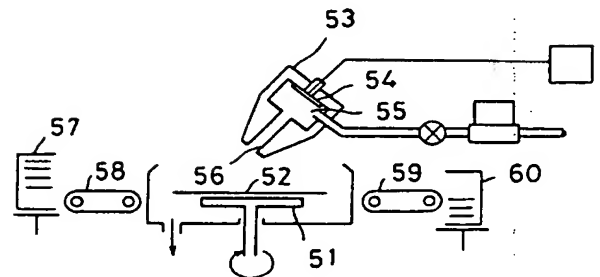
代理人 弁理士 大 胡 典 夫



第 2 図



第 3 図



第 4 図